

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-331171
(P2000-331171A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 6 T 7/60		G 0 6 F 15/70	3 5 0 M 5 L 0 9 6
7/00			4 6 0 E

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-142238

(22) 出願日 平成11年5月21日 (1999. 5. 21)

(71) 出願人 000137694

株式会社ミットヨ

神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号

(72) 発明者 谷口 昌也

神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号

株式会社システムテクノロジーインステ
イテュート内

(72) 発明者 門脇 聡一

神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号

株式会社システムテクノロジーインステ
イテュート内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

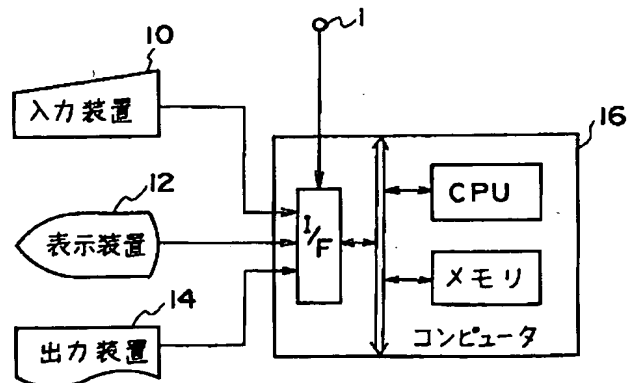
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状解析装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 複数種類の幾何要素から構成される図形を確実に解析する。

【解決手段】 入力端子1から図形データをコンピュータ16に入力する。コンピュータ16は、入力データから要素となる複数のデータを取り出し、直線のあてはめ及び円のあてはめを行い、所定の許容誤差範囲内において近傍のデータに順次その形状を延長していく。直線のあてはめデータ数と円のあてはめデータ数とを比較し、データ数の多い方、すなわちより広い範囲に適用できた形状をその要素の形状と確定する。円及び直線を用いて解析した結果は表示装置12や出力装置14に出力される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 図形データの形状を解析する形状解析装置であって、

入力されたデータを構成する複数データに対し、複数の幾何要素をあてはめて各々の誤差を算出する第 1 演算手段と、

所定の許容誤差範囲内で、前記幾何要素をあてはめることのできる最大データ数を算出する第 2 演算手段と、

前記幾何要素毎に算出された最大データ数の中で最も多いデータ数に相当する幾何要素を前記複数データの形状と決定する決定手段と、

を有することを特徴とする形状解析装置。

【請求項 2】 前記複数の幾何要素は、少なくとも直線と円を含むことを特徴とする請求項 1 記載の形状解析装置。

【請求項 3】 前記複数データの数 3 以上であることを特徴とする請求項 1、2 のいずれかに記載の形状解析装置。

【請求項 4】 前記所定の許容誤差は、前記幾何要素毎に異なる値に設定されることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の形状解析装置。

【請求項 5】 前記入力データを予め平滑化する平滑化手段をさらに有することを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の形状解析装置。

【請求項 6】 図形データの形状を解析する形状解析方法であって、

(a) 入力データを構成する複数データに対し、複数の幾何要素を順次あてはめて各々の誤差を算出するステップと、

(b) 所定の許容誤差範囲内で、前記幾何要素をあてはめることのできる最大データ数を順次算出するステップと、

(c) 前記幾何要素毎に算出された最大データ数の中で最も多いデータ数に相当する幾何要素を前記複数データの形状と決定するステップと、

を有することを特徴とする形状解析方法。

【請求項 7】 前記複数の幾何要素は、少なくとも直線と円を含むことを特徴とする請求項 6 記載の形状解析方法。

【請求項 8】 前記 (a)～(c) のステップを繰り返すことにより、前記入力データの全てを前記複数の幾何要素で近似することの特徴とする請求項 6、7 のいずれかに記載の形状解析方法。

【請求項 9】 前記複数のデータは少なくとも 3 個以上であることを特徴とする請求項 6～8 のいずれかに記載の形状解析方法。

【請求項 10】 前記所定の許容誤差は、前記幾何要素毎に異なる値に設定されることを特徴とする請求項 6～9 のいずれかに記載の形状解析方法。

【請求項 11】 前記 (a) ステップの前に、前記入力

データを平滑化するステップをさらに有することを特徴とする請求項 6～10 のいずれかに記載の形状解析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は形状解析装置及び方法に関し、特に円や直線などの幾何要素が複数種類集まって構成される図形のデータから元の形状を推定する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、2次元あるいは3次元の形状データを入力して解析し、元の形状を推定する技術が知られており、解析結果をCADデータとしてリバースエンジニアリングに利用するなど幅広い用途が期待されている。

【0003】 特開平6-50749号公報には、予め直線、円、楕円、球、平面、円筒、円錐などの幾何形状を表す数式を保持し、測定子から得られたデータとこれら幾何形状とを比較して最も誤差の小さい幾何形状を入力データの形状と認識する技術が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術は、基本的に被測定物に測定子を接触させて被測定物の形状を測定するもので、測定子の測定方向に依存して形状が決定されるため、任意の入力データに対応できない問題がある。

【0005】 また、直線、円、楕円、球、平面、円筒、円錐などの幾何形状の内、最も誤差の小さい形状を入力データの形状であると認識しているので、仮に被測定物が円や直線などの幾何要素が複数種類集まって構成されている場合でも、円あるいは直線のいずれの方が誤差が小さいかを判定して認識してしまうので、結果として被測定物の形状を誤認識してしまうおそれがある（本来は直線と円を組み合わせた形状であっても、単一の楕円あるいは単一の円と認識してしまう）。

【0006】 本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は、円と直線の組み合わせなど、複数種類の幾何要素から構成される図形データを入力し、元の図形を高精度に推定できる形状解析装置及び方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は、図形データの形状を解析する形状解析装置であって、入力されたデータを構成する複数データに対し、複数の幾何要素をあてはめて各々の誤差を算出する第 1 演算手段と、所定の許容誤差範囲内で、前記幾何要素をあてはめることのできる最大データ数を算出する第 2 演算手段と、前記幾何要素毎に算出された最大データ数の中で最も多いデータ数に相当する幾何要素を前記複数データの形状と決定する決定手段とを有することを

特徴とする。

【0008】最大データ数の多い方の幾何要素は、より多いデータにあてはめることができたことを意味するから、この幾何要素をそのデータの形状と決定することで高精度に形状解析することができる。

【0009】ここで、前記複数の幾何要素は、少なくとも直線と円を含むのが好適であるが、他の2次元形状（楕円や放物線）を用いることもできる。もちろん、幾何要素は2次元に限定されず、3次元（例えば平面、球、円錐その他）を用いることもできる。

【0010】前記複数データの数3以上であることが好適である。また、前記所定の許容誤差を前記幾何要素毎に異なる値に設定することができる。これにより、特定の幾何要素を優先的にあてはめて所望の解析結果が得られる。

【0011】また、本発明では前記入力データを予め平滑化する平滑化手段を有することもできる。これにより、滑らかな解析結果を得ることができる。

【0012】また、本発明では、図形データの形状を解析する形状解析方法を提供する。この方法は、(a) 入力データを構成する複数データに対し、複数の幾何要素を順次あてはめて各々の誤差を算出するステップと、

(b) 所定の許容誤差範囲内で、前記幾何要素をあてはめることのできる最大データ数を順次算出するステップと、(c) 前記幾何要素毎に算出された最大データ数の中で最も多いデータ数に相当する幾何要素を前記複数データの形状と決定するステップとを有することを特徴とする。

【0013】前記複数の幾何要素は、少なくとも直線と円を含むことが好適であるが、他の2次元あるいは3次元の幾何要素を用いることもできる。前記(a)～

(c)のステップを繰り返すことにより、前記入力データの全てを前記複数の幾何要素で近似することができる。

【0014】前記複数のデータは少なくとも3個以上であることが好適であり、前記所定の許容誤差は、前記幾何要素毎に異なる値に設定することができる。

【0015】また、前記(a)ステップの前に、前記入力データを平滑化するステップをさらに有することもできる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

【0017】図1には、本実施形態の構成ブロック図が示されている。本実施形態の形状解析装置は、通常のコンピュータシステムを用いて構成することができる。

【0018】データ入力端子1は、三次元測定機や非接触の画像測定機で得られたサンプルの測定データを入力する端子であり、測定データは例えば2次元データ群

(x_i, y_i) ($i=1, 2, 3, \dots$ であり、サン

ルの幾何形状が2次元の場合である)としてコンピュータ16に供給される。なお、本実施形態で解析すべきサンプルは、長方形のみや円のみ、あるいは楕円のみのような単一の図形要素ではなく、複数の図形要素（直線と円、曲率半径の異なる複数の円、直線と複数の円など）が連続した複雑な幾何図形であり、データ群(x_i, y_i)には複数の図形要素が含まれているとする。また、データを得るための測定機は上記の他に任意の機器を用いることができる。もちろん、サンプルは2次元に限定されるものではなく、関数で表現できる n 次元($n \geq 2$)形状を対象とすることができる。

【0019】入力装置10は、キーボードやマウスなどで構成され、ユーザは入力データ群を直線と円で近似するために必要なパラメータを設定することができる。パラメータとしては、処理対象のデータ群を直線で近似する場合の線の許容誤差値、円で近似する場合の円の許容誤差値、近似の誤差を評価するための許容誤差 δ その他がある。

【0020】表示装置12は、CRTや液晶で構成され、入力データ群を円及び直線で近似することで解析した結果を表示する。

【0021】出力装置14は、プリンタやプロッタで構成され、表示装置12に表示された解析結果を出力する。

【0022】コンピュータ16は、入力端子1からのデータ群を入力するとともに表示装置12や出力装置14に解析データを出力するI/F、CPU、解析結果や解析プログラムを記憶するメモリで構成される。CPUは、メモリに記憶された解析プログラムを読み込んで順次実行することにより、入力データ群を円と直線で近似し、得られた結果をI/Fを介して出力する。

【0023】以下、CPUで実行される入力データの解析処理について詳細に説明する。

【0024】図2には、CPUの全体処理フローチャートが示されている。まず、測定データを入力する(S101)。次に、ユーザが入力装置10からパラメータを入力する(S102)。パラメータには、入力データに応じて常に変更する必要がある主パラメータと、通常はデフォルト値でよいがより詳細な解析を行いたい場合に変更する副パラメータがある。主パラメータは、上述した許容誤差値 δ 、線の許容誤差値 δ_{LIN} 、円の許容誤差値 δ_{CIR} であり、副パラメータは初期あてはめ点数や探索回数、交点処理の有無、最大離れ距離である。初期あてはめ点数とは、入力データ群から最初に抽出して処理対象とするデータ数であり、装置側で自動的に設定する他、ユーザが手動で設定(例えば5個)することができる。探索回数とは、要素の範囲を順次拡大して同一要素であるか否かの計算を行う回数の上限值であり、交点処理とは、全要素の計算終了後に各要素の交点計算を行って要素同士を接続する処理をいい、最大離れ距離と

は、交点処理時に交点の有無を確認する最大距離をいう。

【0025】パラメータを入力した後、これらのパラメータを用いて入力データ群を円及び直線で近似する自動近似を実行し（S103）、得られた結果要素を表示装置12や出力装置14に出力する（S104）。なお、結果要素とは、具体的には得られた要素情報（円か直線か）及びその要素数である。

【0026】図3には、図2における円・直線の自動近似実行処理（S103）の詳細フローチャートが示されている。まず、CPUは入力されたパラメータ（主パラメータ）のチェックを行う（S201）。例えば、線の許容誤差値 δLIN や円の許容誤差値 δCIR が正であるか否かを判定する、許容誤差値 δ が正であるか否かを判定するなどである。入力パラメータに異常がないと判定された場合には、次に入力データ群の全要素の計算を実行する（S202）。そして、全要素について円または直線で近似した後、交点処理を実行するか否かを判定する（S203）。ユーザが交点処理の実行を希望する場合には、所定の交点処理を行う（S204）。交点処理とは、異なる幾何要素（円要素と直線要素、あるいは曲率の異なる円要素同士）が隣接する場合に各幾何要素の端点同士を接続するための処理である。例えば要素1、2が隣接して存在する場合、要素1を延長した線と要素2を延長した線の交点を求め、要素1、2の端点をこの交点で置き換える、あるいは交点までの距離が所定値以上大きい場合には要素の端点同士を接続線で接続する。交点処理により要素の端点同士を接続することで、サンプルのより望ましい解析結果を得ることができる。

【0027】図4には、図3における全要素の計算実行処理（S202）の詳細フローチャートが示されている。まず、CPUはあてはめ点数が自動的に設定されているか、あるいは手動に設定されているかを判定する（S301）。あてはめ点数が自動的に設定されている場合には、初期あてはめ点数を1だけインクリメントして（S302）、要素の計算を行う（S303）。なお、初期あてはめ値のデフォルト値は、例えば2とすることができ、この場合第1回目は初期あてはめ数を3として計算を行うことになる。また、要素の計算処理では、入力データ群から初期あてはめ数に相当するデータを抽出し、抽出データに対して円で近似するか直線で近似するかを判定する。

【0028】要素の計算処理を実行した後、NG要素が最小の計算結果をメモリに保持する（S304）。ここで、NG要素とは、円で直線でも近似できない要素をいう。直線を決定する場合には最低2点、円を決定する場合には最低3点のデータが必要であることから、直線か円かを判別するためには最低3点のデータが必要となる。このため、1要素中のデータに許容誤差を超えてしまいうデータが存在し、結果として1要素中の許容誤差以

内のデータ数が3点に満たないもの（例えば、初期あてはめ点数のデータの先頭から順次、許容誤差内か否かのチェックを行い、最初の3点以前で許容誤差を超えた場合など）はNG要素に判別される。なお、最小の計算結果を保持するとは、具体的にはまず第1回目の計算を行ってそのNG要素及び結果要素をメモリに保持し、第2回目の計算を行ってそのNG要素の数をメモリに保持されたNG要素の数と比較し、第2回目のNG要素の数の方が小さい場合にはメモリの保持内容を入れ替え、以下同様の入れ替えを行うことを意味する。

【0029】NG要素が最小の計算結果をメモリに保持した後、あてはめ点数が所定の制限値に達したか否かを判定し（S305）、制限値に達していない場合にはS302以降の処理を繰り返す。これにより、例えばあてはめ点数が3から所定の制限値（例えば10）に至るなかで、NG要素の数が最小となるあてはめ点数及びそのときの結果要素が得られることになる。

【0030】一方、あてはめ点数が手動でユーザが設定する場合には、あてはめ点数を設定された個数に固定し（例えば、5個）、S303と同様の要素計算を行う（S306）。得られたNG要素や結果要素はメモリに保持する。

【0031】図5には、図4における要素計算処理（S303、S306）の詳細フローチャートが示されている。まず、CPUは1要素分、つまりあてはめ点数分のデータを円あるいは直線で近似する（S401）。具体的には、円で近似できる場合には中心座標と半径のパラメータ、直線で近似できる場合には法線ベクトルと原点までの距離のパラメータを算出する。

【0032】近似パラメータ（以下では、適宜「あてはめパラメータ」と称する）が算出された後、このパラメータを結果要素のパラメータに変換する（S402）。結果要素のパラメータとは、具体的には要素の種類を表すパラメータと要素の始点、終点を表すパラメータである。変換して得られたパラメータはメモリに格納する（S403）。以上の処理を、残りの入力データに対して順次行い、入力データに関する全要素を計算する（S404）。

【0033】図6には、図5における1要素分の計算処理（S401）の詳細フローチャートが示されている。CPUは、まず初期データ範囲を計算する（S501）。これは、上述したように要素が円であるか直線であるかを判別するためには3点以上が必要であるため、入力データ数（ x_i, y_i ）が3以上あるか否かを確認するためにカウントする処理である。そして、入力データ数が3以上であることを確認すると（S502）、1要素分の計算に用いるデータを確保する（S503）。入力データ群が閉輪郭（閉曲線）である場合には、入力データの終点を含むデータの確保時には始点のデータも含めて1要素分のデータとする。入力データ群が開輪郭

(開曲線)である場合には、始点から初めて終点で終わるようにデータを確保する。確保するデータ数は、要素計算の1回目は初期あてはめ点数と同一であるが、2回目以降は誤差チェック結果によって有効と判定された範囲のデータ数となる。なお、要素のデータ数が3に満たない場合には、NGとする(S508)。

【0034】1要素分のデータを確保した後、要素の延長処理に移行する(S504)。この処理では、1要素分のデータに対して円と直線の要素パラメータを両方算出し、算出されたパラメータに対して誤差チェックを行う。そして、誤差が許容範囲を超えるまで要素分のデー

$$\{(x-a)^2 + (y-b)^2\}^{0.5} - r = 0 \quad \dots (2)$$

における中心(a, b)と半径rである。このとき、残差二乗和も併せて算出する。

【0036】そして、あてはめパラメータを計算した後、パラメータチェック処理を行う(S505)。パラメータチェックについても後述する。以上の処理を1要素分のデータを含む入力データについて繰り返し実行し(S506)、得られた要素情報、すなわち要素のあてはめパラメータをメモリに保持する(S507)。

【0037】図7には、図6における要素の延長処理の詳細フローチャートが示されている。まず、1要素分のデータについて線のパラメータ計算を行う(S601)。

すなわち、対象となるm個のデータに対して

$$[数3] \quad a_0x + a_1y + a_2 = 0 \quad \dots (3) \quad 25$$

$$(x-a_0)^2 + (y-a_1)^2 - a_2^2 = 0 \quad \dots (4)$$

という評価関数を用いて円のあてはめを行い、パラメータa0, a1, a2を算出する。そして、得られた円の結果が、m個の測定データに対する許容誤差値δCIRの範囲内であるか否かをチェックする(S604)。許容範囲内であれば、m個以上の測定データに対して順次(1ずつ増やして)同様の円あてはめ、パラメータ計算、誤差チェックを行い、許容範囲を超えない最大データ数を算出する。

【0039】そして、円と直線の計算が共に正常に終了した場合には、直線のデータ数と円のデータ数とを比較し(S606)、直線のデータ数の方が多い場合にはその要素を直線とみなして要素(線)とデータ位置を確定する(S607)。一方、円のデータ数の方が多い場合にはその要素を円とみなして要素(円)とデータ位置を確定する(S608)。なお、両者のデータ数が等しい場合には、いずれと確定しても良いが、本実施形態では円と確定している。

【0040】一方、円と直線の計算が正常に終了できなかった場合には、その要素を正常に終了した方の要素とみなして確定する(S609, S610)。図8には、図6におけるS505のパラメータチェック処理の詳細フローチャートが示されている。まず、CPUはデータ数が減少したか否かを判定する(S701)。1要素分のデータでNGが生じるとデータ数が減少することにな

タを順次延長していき、円の最大データ数と直線の最大データ数とを比較する。そして、要素に対応するデータ数が多い方をそのデータの要素(円あるいは直線)として確定する。なお、この処理については後に詳述する。

05 【0035】要素を延長した後、上述したあてはめパラメータを計算する。あてはめパラメータは、線要素の場合には

$$[数1] \quad n_x x + n_y y + c = 0 \quad \dots (1)$$

における法線ベクトル(n_x, n_y)と原点までの距離

10 cであり、円要素の場合には

【数2】

という評価関数を用いて直線のあてはめを行い、パラメータa0, a1, a2を算出する。そして、得られた直線の結果が、m個の測定データに対する許容誤差値δLINの範囲内であるか否かをチェックする(S602)。誤差範囲内であれば、m個以上の測定データに対して順次(1ずつ増やして)同様の直線あてはめ、パラメータ計算、誤差チェックを行い、許容範囲を超えない最大データ数を算出する。

【0038】同様に、同一のm個のデータに対して円のパラメータ計算を行う(S603)。すなわち、対象となるm個のデータに対して

【数4】

るからYESと判定され、次に第1回目の計算であるかを判定する(S702)。第1回目の計算である場合には、前回の結果が未だメモリに保持されておらず、この結果を利用することができないので、新たなデータを確保し(S703)、確保したデータ数が3より小さいか否かを確認する(S704)。データ数が3以上存在する場合にはパラメータ計算処理を実行してあてはめパラメータを得る(S708)。得られたあてはめパラメータをメモリに保持し(S706)、終了フラグをセットする(S707)。

【0041】一方、確保したデータ数が3に満たない場合には、その要素をNGと判定し(S705)、メモリに保持する(S706)。

40 【0042】また、S702にてNO、すなわちデータ数が減少したのが2回目以降の計算であった場合には、終了フラグをセットして(S707)、メモリに保持されている前回の結果、すなわち許容誤差範囲内にあるデータ群のあてはめパラメータを取り出して1要素として確定する。そして、その要素の終点の次のデータ(許容範囲外と判定されたデータのこ)から新たな要素分のデータを新規に確保し、1要素分の計算を繰り返す。なお、データ数が減少しなかった場合には、その結果を保持しておき(S709)、次の計算に移行する。

50 【0043】このように、本実施形態では、1要素分の

データを確保してそのデータに対して直線と円をともにあてはめ、一定の誤差範囲内という条件のもとで近傍のデータがどこまで延長できるかを探索し、直線をあてはめた場合の延長結果の総データ数と、円をあてはめた場合の延長結果の総データ数とを比較し、総データ数の多い方の形状、すなわちより広い範囲であてはめることができた形状をその要素の形状と特定していく。従って、異なる要素が連続して存在する幾何図形でも、迅速かつ確実に直線または円で近似、すなわち解析することができる。

【0044】なお、本実施形態では、1要素内のデータ数が3個に満たない場合にはNGと判定しているが、このような判定を無くすことも可能である。この場合、2点のデータは全て直線で近似されることになるため、解析結果は滑らかなものではなくなる可能性がある。しかしながら、CPUが線要素の数を順次カウントし、所定数以上となった場合には解析の途中であっても設定されている許容誤差が適当ではないとして許容誤差を増大させて再度解析し直すことで、所望の、つまり滑らかな解析結果を得ることができる。

【0045】また、本実施形態では、入力データをそのまま解析しているが、入力データに対して前処理を施してある程度平滑化し、平滑化されたデータを解析の対象とすることも好適である。

【0046】このような前処理としては、入力データを所定の次数（例えば1次の項まで）の自由曲線で近似する処理を用いることができる。入力データを自由曲線で近似し、得られた自由曲線をさらに点列に分離し、分離した各点を新たな入力データとみなして上述した処理を実行すればよい。

【0047】また、本実施形態では、円と直線で元の形状を解析したが、必要に応じて円と直線以外の幾何要素、例えば楕円などを追加して解析することも可能である。この場合、1要素分のデータに対して直線あてはめ、円あてはめ、楕円あてはめを順次実行し、最もデータ数の多い形状をその要素の形状と確定すればよい。幾何要素として、平面や球、円錐などの3次元形状を用いた場合も同様である。

【0048】また、本実施形態において、直線の許容誤差値 δLIN と円の許容誤差値 δCIR は同一ではなく異なる値とすることができる。これにより、最終的に得

られる結果の直線、円の要素数を調整することが可能となる。例えば、直線の許容誤差値 δLIN を円の許容誤差値 δCIR より緩和すると、最終結果には直線が多く含まれるようになる。

- 05 【0049】さらに、本願出願人は、先に特願平10-141338号にて、1要素分のデータを確保してその要素が直線か円かを曲率半径に基づいて判定し、許容誤差範囲内に収まる全てのデータを近似した直線または円の一部分とみなし、許容誤差範囲外のデータは他の要素であると判定して全ての入力データを直線または円で近似していく形状解析方法を提案したが、本実施形態の形状解析手法を先提案の方法と組み合わせ、両方法を適宜切り替えるように構成することも可能である。例えば、測定データ中に曲率半径の異なる、円らしきデータが複数存在する場合には、複数の幾何要素を順次あてはめて最も妥当な形状を採用する本実施形態の方法に切り替えて解析を行うことが有効であろう。

【0050】

- 20 【発明の効果】以上説明したように、本発明の形状解析装置及び方法によれば、円と直線の組み合わせなど、複数種類の幾何要素から構成される図形データを入力して元の図形を高精度に推定することができる。

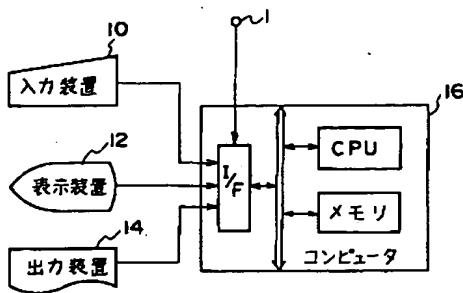
【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施形態の構成ブロック図である。
25 【図2】 本発明の実施形態の全体処理フローチャートである。
【図3】 図2における自動近似処理の詳細フローチャートである。
【図4】 図3における全要素の計算実行処理の詳細フローチャートである。
30 【図5】 図4における要素の計算処理の詳細フローチャートである。
【図6】 図5における1要素分の計算処理の詳細フローチャートである。
35 【図7】 図6における要素の延長処理の詳細フローチャートである。
【図8】 図6におけるパラメータチェック処理の詳細フローチャートである。

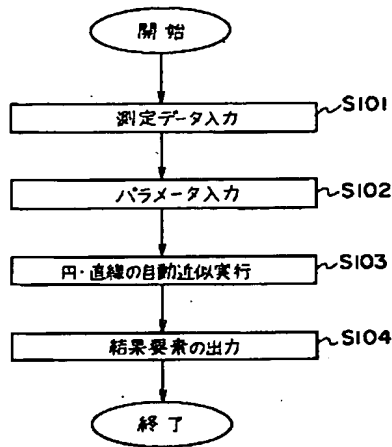
【符号の説明】

- 40 1 入力端子、10 入力装置、12 表示装置、14 出力装置、16 コンピュータ。

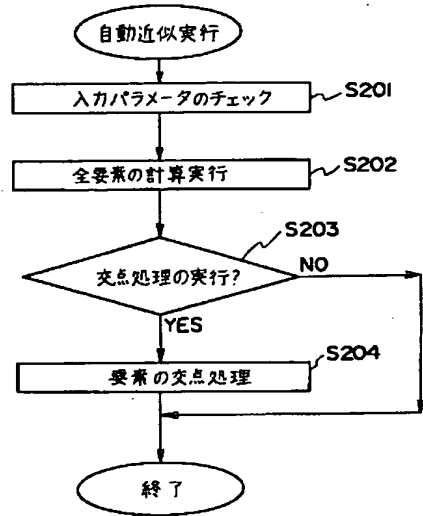
【図1】



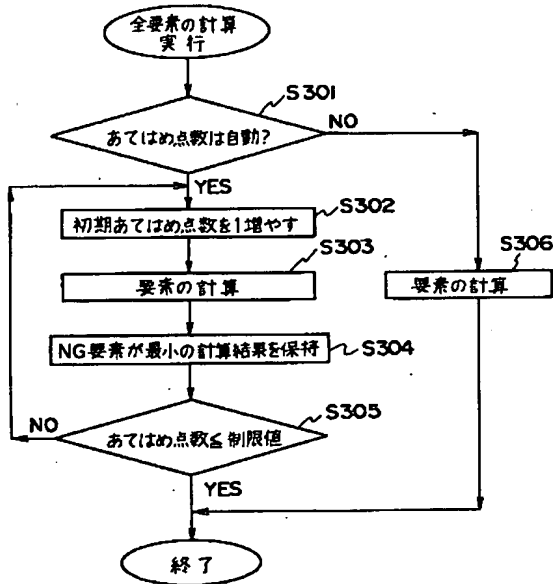
【図2】



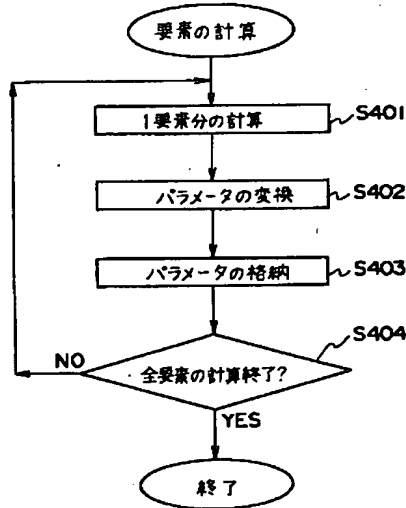
【図3】



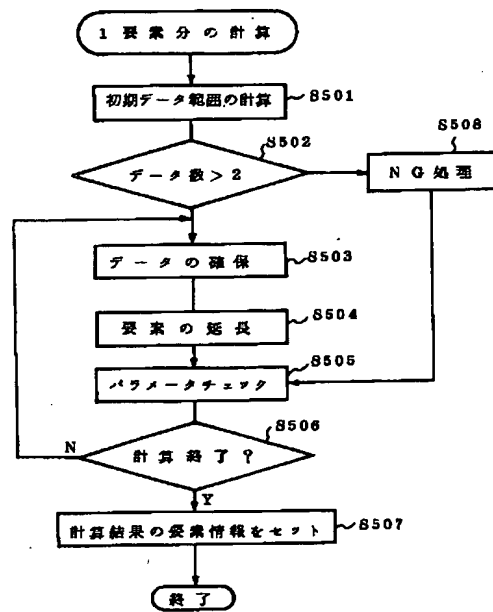
【図4】



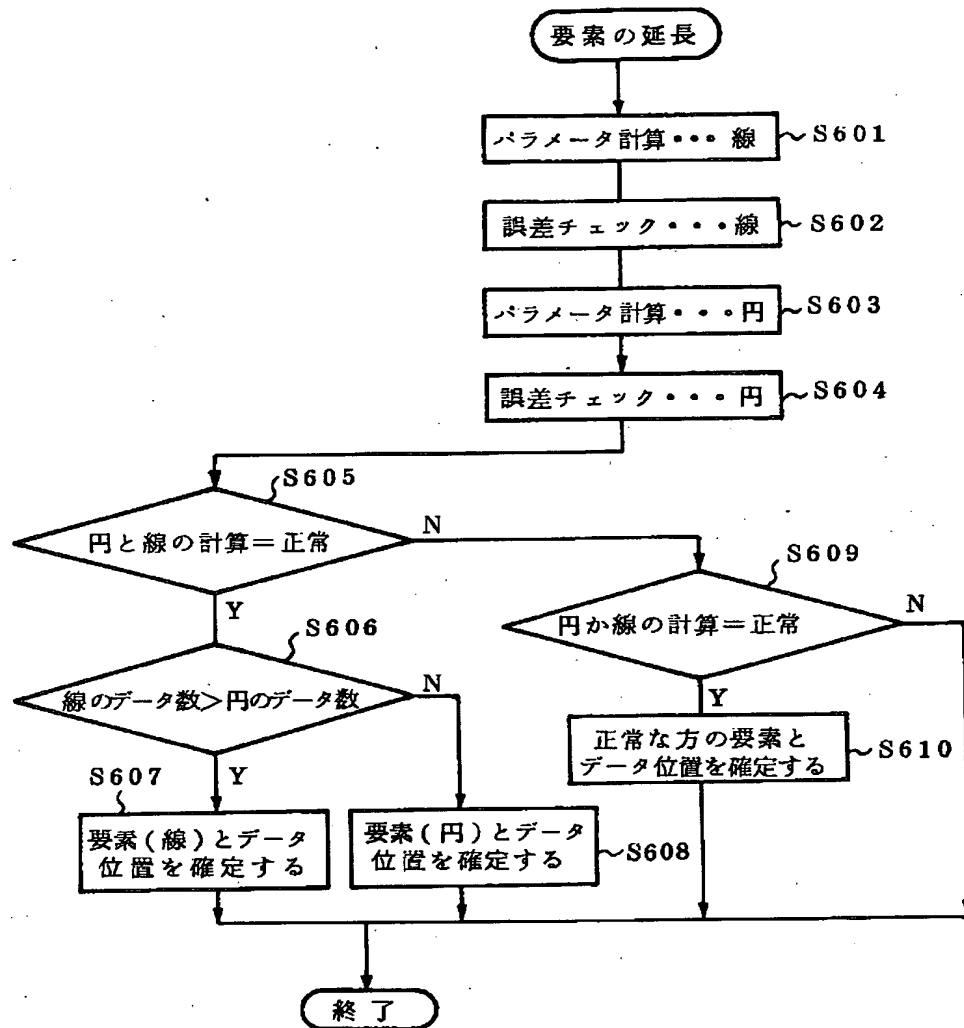
【図5】



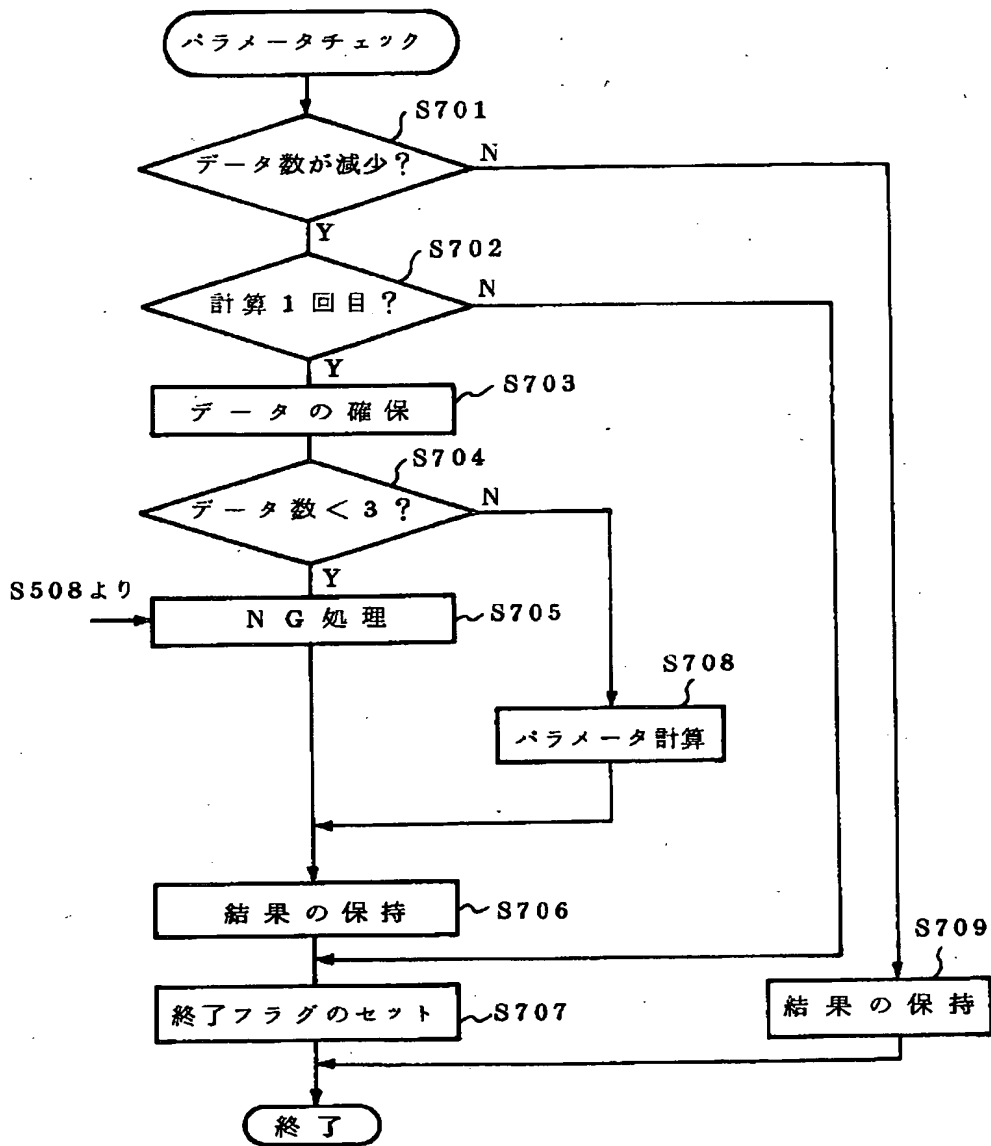
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5L096 EA06 FA03 FA04 FA68 HA09
JA03

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-331171

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

G06T 7/60
G06T 7/00

(21)Application number : 11-142238

(71)Applicant : MITSUTOYO CORP

(22)Date of filing : 21.05.1999

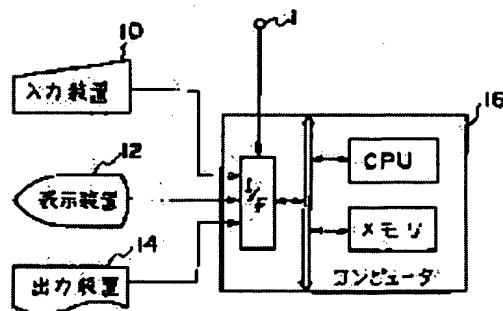
(72)Inventor : TANIGUCHI MASAYA
KADOWAKI SOICHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR ANALYZING SHAPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely analyze a graphic composed of a plurality of kinds of geometric elements.

SOLUTION: This shape analyzing device inputs graphic data to a computer 16 from an input terminal 1. The computer 16 fetches a plurality of data which become an element from the inputted data and successively extends the shape to neighboring data within a prescribed allowable error range by performing straight line fitting and circle fitting. Then the device compares the number of straight line fitting data with the number of circle fitting data and defines the shape having the larger number of data, namely, the shape which can be applied to a wider range as the shape of the element. The results of analysis performed by using circles and straight lines are outputted to a display device 12 or output device 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Shape analysis equipment which is characterized by providing the following and which analyzes the configuration of graphic data A 1st operation means to compute each error by applying two or more geometric elements to two or more data which constitute the inputted data A 2nd operation means to compute the number of the maximum data which can apply the aforementioned geometric element within a predetermined tolerance, and a determination means to determine the geometric element equivalent to most numbers of data in the number of the maximum data computed for every aforementioned geometric element as the configuration of the aforementioned two or more data

[Claim 2] Two or more aforementioned geometric elements are shape analysis equipment according to claim 1 characterized by including a straight line and a circle at least.

[Claim 3] The number of the aforementioned two or more data is shape analysis equipment given in either of the claims 1 and 2 characterized by being three or more.

[Claim 4] The aforementioned predetermined allowable error is shape analysis equipment according to claim 1 to 3 characterized by being set as a different value for every aforementioned geometric element.

[Claim 5] Shape analysis equipment according to claim 1 to 4 characterized by having further a smoothing means to smooth the aforementioned input data beforehand.

[Claim 6] The shape analysis method characterized by providing the following of analyzing the configuration of graphic data (a) The step which computes each error by applying two or more geometric elements one by one to two or more data which constitute input data (b) The step which computes the number of the maximum data which can apply the aforementioned geometric element one by one within a predetermined tolerance, and the step which determines the geometric element equivalent to most numbers of data in the number of the maximum data computed for every (c) aforementioned geometry element as the configuration of the aforementioned two or more data

[Claim 7] Two or more aforementioned geometric elements are the shape analysis methods according to claim 6 characterized by including a straight line and a circle at least.

[Claim 8] The above (a) The shape analysis method given in either of the claims 6 and 7 characterized by approximating all the aforementioned input data with two or more aforementioned geometric elements by repeating the step of - (c).

[Claim 9] Two or more aforementioned data are the shape analysis methods according to claim 6 to 8 characterized by being at least three or more pieces.

[Claim 10] The aforementioned predetermined allowable error is the shape analysis method according to claim 6 to 9 characterized by being set as a different value for every aforementioned geometric element.

[Claim 11] The shape analysis method according to claim 6 to 10 characterized by having further the step which smooths the aforementioned input data before the aforementioned (a) step.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the equipment and the method of presuming the original configuration from the data of the figure constituted by two or more kinds of geometric elements, such as a circle and a straight line, gathering about shape analysis equipment and a method.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, two-dimensional or 3-dimensional configuration data are inputted and analyzed, the technology of presuming the original configuration is known and a broad use, such as using for reverse engineering, is expected by using an analysis result as CAD data.

[0003] The technology of holding the formula which expresses geometric configurations, such as a straight line, a circle, an ellipse, a sphere, a flat surface, a cylinder, and a cone, beforehand in JP,6-50749,A, comparing with it the data obtained from the gauge head and these geometry configuration, and recognizing the geometric configuration where an error is the smallest to be the configuration of input data is indicated.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since a gauge head is fundamentally contacted to a device under test, the configuration of a device under test is measured and a configuration is determined depending on the measurement direction of a gauge head, the above-mentioned conventional technology has the problem which cannot respond to arbitrary input data.

[0005] Moreover, since the configuration where an error is the smallest is recognized to be the configuration of input data among geometric configurations, such as a straight line, a circle, an ellipse, a sphere, a flat surface, a cylinder, and a cone Even when two or more kinds of geometric elements, such as a circle and a straight line, gather and the device under test is constituted temporarily, since it judges and recognizes whether which [of a circle or a straight line] one of an error is small There is a possibility of incorrect-recognizing the configuration of a device under test as a result (even if it is originally the configuration which combined the straight line and the circle, it will be recognized as a single ellipse or a single circle).

[0006] this invention is made in view of the technical problem which the above-mentioned conventional technology has, the purpose inputs the graphic data which consist of two or more kinds of geometric elements, such as combination of a circle and a straight line, and the shape analysis equipment and the method of presuming the original figure with high precision are offered -- it is in things

[0007]

[Means for Solving the Problem] A 1st operation means for this invention to be shape analysis equipment which analyzes the configuration of graphic data, and to compute each error by applying two or more geometric elements to two or more data which constitute the inputted data in order to attain the above-mentioned purpose, A 2nd operation means to compute the number of the maximum data which can apply the aforementioned geometric element within a predetermined tolerance, It is characterized by

having a determination means to determine the geometric element equivalent to most numbers of data in the number of the maximum data computed for every aforementioned geometric element as the configuration of the aforementioned two or more data.

[0008] Since the geometric element of the direction with many maximum data means that it was applicable to more data, shape analysis of it can be carried out with high precision by determining this geometric element as the configuration of the data.

[0009] Here, although it is suitable for two or more aforementioned geometric elements that a straight line and a circle are included at least, other two-dimensional configurations (an ellipse and parabola) can also be used for them. Of course, a geometric element is not limited to two-dimensional, but can also use three dimensions (for example, a flat surface, a sphere, a cone, others).

[0010] It is suitable for the number of the aforementioned two or more data that it is three or more. Moreover, the aforementioned predetermined allowable error can be set as a different value for every aforementioned geometric element. Thereby, a specific geometric element is applied preferentially and a desired analysis result is obtained.

[0011] Moreover, in this invention, it can also have a smoothing means to smooth the aforementioned input data beforehand. Thereby, a smooth analysis result can be obtained.

[0012] Moreover, in this invention, the shape analysis method of analyzing the configuration of graphic data is offered. This method to two or more data which constitute the (a) input data within the step which computes each error by applying two or more geometric elements one by one, and a (b) predetermined tolerance. It is characterized by having the step which computes the number of the maximum data which can apply the aforementioned geometric element one by one, and the step which determines the geometric element equivalent to most numbers of data in the number of the maximum data computed for every (c) aforementioned geometry element as the configuration of the aforementioned two or more data.

[0013] Although it is suitable for two or more aforementioned geometric elements that a straight line and a circle are included at least, the geometric element of two-dimensional [other] or three dimensions can also be used for them. The above (a) By repeating the step of - (c), all the aforementioned input data can be approximated with two or more aforementioned geometric elements.

[0014] It is suitable for two or more aforementioned data that they are at least three or more pieces, and the aforementioned predetermined allowable error can be set as a different value for every aforementioned geometric element.

[0015] Moreover, it can also have further the step which smooths the aforementioned input data before the aforementioned (a) step.

[0016]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0017] The configuration block view of this operation gestalt is shown in drawing 1. The shape analysis equipment of this operation gestalt can be constituted using the usual computer system.

[0018] The data input terminal 1 is a terminal which inputs the measurement data of the sample obtained with the three dimensional measurer or the non-contact picture measurement machine, and measurement data is supplied to a computer 16 as for example, a two-dimensional data constellation (xi, yi) (it is $i = 1, 2$ and 3 , and \dots , and is the case where the geometric configuration of a sample is two-dimensional). In addition, the sample which should be analyzed with this operation gestalt is the complicated geometric figure which not a single graphic element only like a rectangle, and a circle or an ellipse but two or more graphic elements (a straight line, a circle, two or more circles from which radius of curvature differs, a straight line, two or more circles, etc.) followed, and presupposes that two or more graphic elements are contained in a data constellation (xi, yi). Moreover, the measurement machine for obtaining data can use arbitrary devices besides the above. Of course, a sample is not limited to two-dimensional and can be aimed at the n-dimensional ($n \geq 2$) configuration which can be expressed functionally.

[0019] An input unit 10 consists of a keyboard, a mouse, etc., and a user can set up a parameter required since an input data group is approximated with a straight line and a circle. There are allowable-error

delta and others for evaluating the allowable-error value of the circle in the case of approximating the data constellation of a processing object as a parameter with the allowable-error value of the line in the case of approximating in a straight line and a circle and an approximate error.

[0020] Display 12 consists of CRT and liquid crystal, and displays the result analyzed by approximating an input data group in a circle and a straight line.

[0021] An output unit 14 consists of a printer and a plotter, and outputs the analysis result displayed on display 12.

[0022] A computer 16 consists of I/F and CPU which output analysis data to display 12 or an output unit 14, and memory which memorizes an analysis result and an analyzer while inputting the data constellation from an input terminal 1. By reading the analyzer memorized by memory and performing one by one, CPU approximates an input data group in a circle and a straight line, and outputs the obtained result through I/F.

[0023] Hereafter, analysis processing of the input data performed by CPU is explained in detail.

[0024] The whole CPU processing flow chart is shown in drawing 2. First, measurement data is inputted (S101). Next, a user inputs a parameter from an input unit 10 (S102). There are a primary parameter which always needs to be changed according to input data, and a subparameter changed to perform more detailed analysis although a default is usually sufficient as parameter. Primary parameters are the allowable-error value delta mentioned above, allowable-error value deltaLIN of a line, and allowable-error value deltaCIR of a circle, and a subparameter is applied the first stage and are mark, the number of times of search, the existence of intersection processing, and the maximum detached building distance. It applies the first stage and mark are the number of data which extracts from an input data group to the beginning, and is made into a processing object, it sets up automatically by the equipment side, and also a user can set up manually (for example, five pieces). The number of times of search is the upper limit of the number of times which calculates whether it is the same element by expanding the range of an element one by one, the processing which intersection processing performs intersection calculation of each element after the calculation end of all elements, and connects elements is said, and the maximum detached building distance means the maximum distance which checks the existence of an intersection at the time of intersection processing.

[0025] After inputting a parameter, automatic approximation which approximates an input data group in a circle and a straight line using these parameters is performed (S103), and as a result of being obtained, an element is outputted to display 12 or an output unit 14 (S104). In addition, result elements are the specifically acquired element information (are they a circle or a straight line?) and its number of elements.

[0026] The detailed flow chart of the automatic approximation executive operation (S103) of the circle and straight line in drawing 2 is shown in drawing 3. First, CPU checks the inputted parameter (primary parameter) (S201). For example, it is judging whether the allowable-error value delta which judges whether allowable-error value deltaCIR of allowable-error value deltaLIN of a line or a circle being positive being positive etc. When judged with there being no abnormalities in an input parameter, next, calculation of all the elements of an input data group is performed (S202). And after approximating in a circle or a straight line about all elements, it judges whether intersection processing is performed (S203). When a user wishes execution of intersection processing, predetermined intersection processing is performed (S204). Intersection processing is processing for connecting the endpoints of each geometric element, when a different geometric element (a circle element, a straight-line element, or the circle elements from which curvature differs) adjoins. For example, when elements 1 and 2 adjoin and exist, it asks for the intersection of the line which extended the element 1, and the line which extended the element 2, the endpoint of elements 1 and 2 is replaced on this intersection, or the distance to an intersection connects the endpoints of an element by the path cord beyond a predetermined value, in being large. The more desirable analysis result of a sample can be obtained by connecting the endpoints of an element by intersection processing.

[0027] The detailed flow chart of the calculation executive operation (S202) of all the elements in drawing 3 is shown in drawing 4. First, it judges whether CPU is applied and mark are set up

automatically or it is set as hand control (S301). When it applies and mark are set up automatically, an element is calculated by applying the first stage and only 1 incrementing mark (S302) (S303). In addition, it can apply the first stage, the default of a value can be set to 2, and the 1st time will be calculated by applying the first stage and setting a number to 3 in this case. Moreover, in the computation of an element, the data which apply from an input data group the first stage, and are equivalent to a number are extracted, and it judges whether it approximates with a circle to extraction data, or it approximates in a straight line.

[0028] After performing computation of an element, NG element holds the minimum calculation result in memory (S304). Here, NG element means the element which cannot approximate a circle or a straight line, either. Since the data of at least three points are required when determining at least two points and a circle, in determining a straight line, in order to distinguish a straight line or a circle, the data of at least three points are needed. For this reason, the data exceeding an allowable error exist in the data in 1 element, and that with which the number of data within the allowable error in 1 element does not fill three points as a result is distinguished by NG element (for example, when it applies the first stage, it checks that it is the inside of an allowable error one by one from the head of the data of mark and an allowable error is exceeded before [three points of the beginning] etc.). In addition, as compared with the number of NG elements which specifically performed 1st calculation first as holding the minimum calculation result, held the element in memory as a result of the NG element, performed 2nd calculation, and were held in the number of the NG elements at memory, when the number of 2nd NG elements is smaller, the content of maintenance of memory is replaced, and it means performing the same exchange as the following.

[0029] After NG element holds the minimum calculation result in memory, when it judges whether it applied and mark reached predetermined limiting value (S305) and limiting value is not reached, the processing after S302 is repeated. While it applies, for example and mark result in predetermined limiting value (for example, 10) from 3 by this, the number of NG elements serves as the minimum, and it will apply, and an element will be obtained the result at mark and that time.

[0030] On the other hand, it applies, and mark fix to the number which it applied [number] and had mark set up when a user set up manually (for example, five pieces), and the same element calculation as S303 is performed (S306). An element is held in memory as a result of obtained NG element.

[0031] The detailed flow chart of the element computation (S303, S306) in drawing 4 is shown in drawing 5. First, by one element, CPU is got blocked, is applied and approximates the data for mark in a circle or a straight line (S401). When it can approximate with a circle and can specifically approximate in the parameter of a main coordinate and a radius, and a straight line, the parameter of the distance to a normal vector and a zero is computed.

[0032] this parameter after the approximation parameter (the following -- suitably -- "-- it applies and parameter" is called) was computed -- a result -- an element -- it changes into a parameter (S402) a result -- an element -- a parameter is specifically the parameter showing a kind and the parameter showing the starting point of an element, and a terminal point of an element The parameter changed and obtained is stored in memory (S403). The above processing is performed one by one to the remaining input data, and all the elements about input data are calculated (S404).

[0033] The detailed flow chart of the computation for one element in drawing 5 (S401) is shown in drawing 6. CPU calculates the initial-data range first (S501). This is processing counted in order to check whether there is any 3 more than number of input data (x_i , y_i) since three or more points are required in order to distinguish whether an element is a circle or it is a straight line, as mentioned above. And a check of that the number of input data is three or more secures the data used for calculation for one element (S503). (S502) When an input data group is a closed profile (closed contour), at the time of reservation of data including the terminal point of input data, it considers as the data for one element also including the data of the starting point. When an input data group is an open profile (open curve), data are secured so that it may finish with a terminal point for the first time from the starting point. Although the 1st time of element calculation is applied the first stage and that of the number of data to secure is the same as that of mark, 2nd henceforth serves as the number of data of the range judged that

is effective by the error check result. In addition, it is referred to as NG when the number of data of an element does not fulfill 3 (S508).

[0034] After securing the data for one element, it shifts to extended processing of an element (S504). In this processing, both of element parameters of a circle and a straight line are computed to the data for one element, and an error check is performed to the computed parameter. And the data for an element are extended one by one until an error exceeds tolerance, and the number of the maximum data of a circle is compared with the linear number of the maximum data. And the direction with many data corresponding to an element is decided as an element (a circle or straight line) of the data. In addition, this processing is explained in full detail behind.

[0035] After extending an element, it mentioned above and applies and a parameter is calculated. It applies and, in the case of line element, a parameter is [Equation 1]. $nxx+nyy+c=0 \dots (1)$

It is the distance c to the normal vector (nx, ny) which can be boiled and set, and a zero, and, in the case of a circle element, is [Equation 2].

$$\{(x-a)^2+(y-b)^2\}-r^2=0 \dots (2)$$

It is the center (a, b) and radius r which can be boiled and set. At this time, a remainder sum of squares is also computed collectively.

[0036] And after applying and calculating a parameter, parameter check processing is performed (S505). It mentions later also about a parameter check. The above processing is repeatedly performed about the input data containing the data for one element (S506), the acquired element information, i.e., an element, applies it, and a parameter is held in memory (S507).

[0037] The detailed flow chart of extended processing of the element in drawing 6 is shown in drawing 7. First, parameter calculation of a line is performed about the data for one element (S601). That is, it is [Equation 3] to m data which are applicable. $a_0 x + a_1 y + a_2 = 0 \dots (3)$

A linear reliance panel is performed using the performance index to say, and parameters a_0 , a_1 , and a_2 are computed. And the result of the obtained straight line confirms whether be within the limits of allowable-error value ΔLIN to m measurement data (S602). If it is in error range, the same addressing panel to a straight line, parameter calculation, and an error check will be performed one by one (increasing every [1]) to m or more measurement data, and the number of the maximum data which does not exceed tolerance will be computed.

[0038] Similarly, parameter calculation of a circle is performed to the m same data (S603). That is, it is [Equation 4] to m data which are applicable.

$$(x-a_0)^2+(y-a_1)^2-a_2^2=0 \dots (4)$$

The reliance panel of a circle is performed using the performance index to say, and parameters a_0 , a_1 , and a_2 are computed. And the result of the obtained circle confirms whether be within the limits of allowable-error value ΔCIR to m measurement data (S604). If it is in tolerance, the same addressing panel to a circle, parameter calculation, and an error check will be performed one by one (increasing every [1]) to m or more measurement data, and the number of the maximum data which does not exceed tolerance will be computed.

[0039] And when both calculation of a circle and a straight line is completed normally, the linear number of data is compared with the number of data of a circle (S606), when there are more linear data, it considers that the element is a straight line, and an element (line) and a data position are decided (S607). On the other hand, when there are more data of a circle, it considers that the element is a circle and an element (circle) and a data position are decided (S608). In addition, although you may decide with any when both number of data is equal, with this operation gestalt, it has decided with the circle.

[0040] On the other hand, when calculation of a circle and a straight line is not able to be completed normally, it considers that the element is the element of the direction ended normally, and decides (S609, S610). The detailed flow chart of the parameter check processing of S505 in drawing 6 is shown in drawing 8. First, CPU judges whether the number of data decreased (S701). Since the number of data will decrease when NG arises by the data for one element, it is judged with YES, and it judges whether next it is the 1st calculation (S702). Since the result of last time is not yet held at memory and this result cannot be used when it is the 1st calculation, new data are secured (S703) and it checks whether the

secured number of data is smaller than 3 (S704). When the 3 more than number of data exists, parameter computation is performed and applied and a parameter is obtained (S708). It obtained and applies, a parameter is held in memory (S706), and an ending flag is set (S707).

[0041] On the other hand, when the secured number of data does not fulfill 3, the element is judged to be NG (S705), and it holds in memory (S706).

[0042] Moreover, when it is calculation of the 2nd henceforth that NO, i.e., the number of data, decreased in S702, an ending flag is set (S707), the data constellation in the result of the last time currently held at memory, i.e., a tolerance, applies, a parameter is taken out, and it decides as one element. And the data for a new element are newly secured from the next data (the data judged to be the outside of tolerance) of the terminal point of the element, and calculation for one element is repeated. In addition, when the number of data does not decrease, the result is held (S709) and it shifts to the next calculation.

[0043] Thus, with this operation gestalt, secure the data for one element and both a straight line and a circle are applied to the data. The total number of data of the extended result at the time of searching for the ability of nearby data extending [how far] under the conditions of the inside of a fixed error range, and applying a straight line, The total number of data of the extended result at the time of applying a circle is compared, and the configuration of the direction with many total data, i.e., the configuration which was able to be applied more in the latus range, is specified with the configuration of the element. Therefore, it can approximate [that is,] and analyze with a straight line or a circle quickly and certainly [the geometric figure in which a different element exists continuously].

[0044] In addition, although it has judged with NG with it when the number of data in 1 element does not fulfill three pieces with this operation gestalt, it is also possible to lose such a judgment. Since all of the data of two points will be approximated in a straight line, an analysis result may become in this case, less smooth. However, a request is got blocked with increasing an allowable error and reanalyzing again noting that the allowable error set up even if it is in the middle of analysis, when CPU counts the number of line element one by one and becomes more than a predetermined number is not suitable, and a smooth analysis result can be obtained by it.

[0045] Moreover, although the input data is analyzed as it is with this operation gestalt, it is also suitable to carry out grade smoothing and to set the data which have pretreated to the input data and by which smoothing was carried out as the object of analysis.

[0046] As such pretreatment, the processing which approximates input data by the free form curve of a predetermined degree (to the primary term) can be used. What is necessary is just to perform processing which approximated the input data by the free form curve, divided the obtained free form curve into sequence of points further, considered that separated each point was new input data, and mentioned it above.

[0047] Moreover, although the original configuration was analyzed in the circle and the straight line in this operation gestalt, it is also possible to add and analyze geometric elements other than a circle and a straight line, for example, an ellipse etc., if needed. In this case, what is necessary is to perform the addressing panel to a straight line, the addressing panel to a circle, and the addressing panel to an ellipse one by one to the data for one element, and just to decide a configuration with most data with the configuration of the element. As a geometric element, when 3-dimensional configurations, such as a flat surface, and a sphere, a cone, are used, it is the same.

[0048] Moreover, let allowable-error value ΔCIR of linear allowable-error value ΔLIN and a circle be a value which is not the same and is different in this operation gestalt. It becomes possible to adjust the straight line of the result finally obtained by this, and the number of elements of a circle. For example, when linear allowable-error value ΔLIN is eased from allowable-error value ΔCIR of a circle, many straight lines come to be contained in an end result.

[0049] Furthermore, an applicant for this patent secures the data for one element by Japanese Patent Application No. No. 141338 [ten to] previously, and the element judges a straight line or a circle based on radius of curvature. Although the shape analysis method which regards as a part of straight line which approximated all the data settled in a tolerance, or circle, judges with the data besides a tolerance

being other elements, and approximates all input data with the straight line or the circle was proposed the method of a point proposal of the shape analysis technique of this operation gestalt -- combining -- both -- constituting so that a method may be changed suitably is also possible For example, probably, it will be effective to analyze by changing to the method of this operation gestalt which applies two or more geometric elements one by one, and adopts the most appropriate configuration when two or more data appropriate for a circle with which radius of curvatures differ exist in measurement data.

[0050]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the shape analysis equipment and the method of this invention, the graphic data which consist of two or more kinds of geometric elements, such as combination of a circle and a straight line, can be inputted, and the original figure can be presumed with high precision.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the configuration block view of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the whole operation gestalt processing flow chart of this invention.

[Drawing 3] It is the detailed flow chart of the automatic approximation processing in drawing 2 .

[Drawing 4] It is the detailed flow chart of the calculation executive operation of all the elements in drawing 3 .

[Drawing 5] It is the detailed flow chart of the computation of the element in drawing 4 .

[Drawing 6] It is the detailed flow chart of the computation for one element in drawing 5 .

[Drawing 7] It is the detailed flow chart of extended processing of the element in drawing 6 .

[Drawing 8] It is the detailed flow chart of the parameter check processing in drawing 6 .

[Description of Notations]

1 An input terminal, 10 An input unit, 12 Display, 14 An output unit, 16 Computer.

[Translation done.]

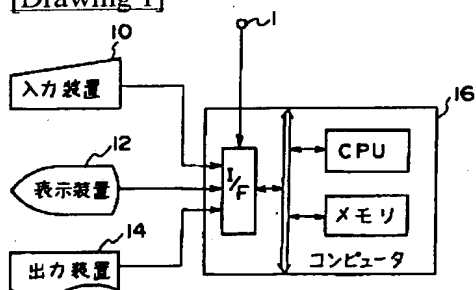
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

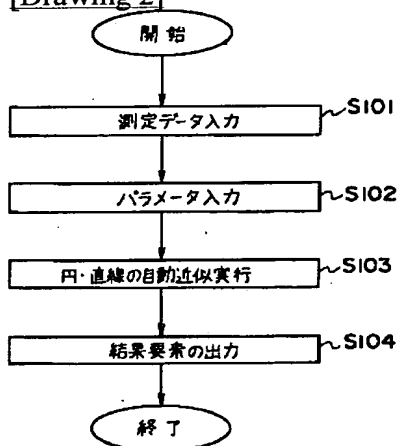
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

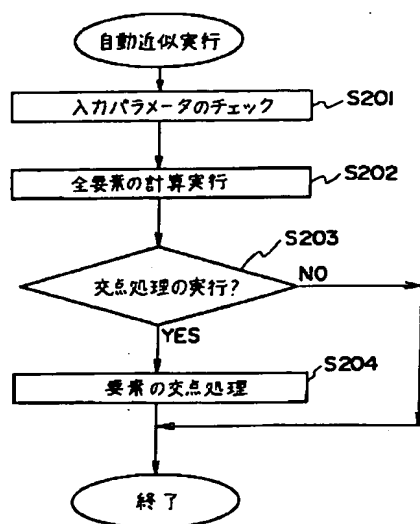
[Drawing 1]



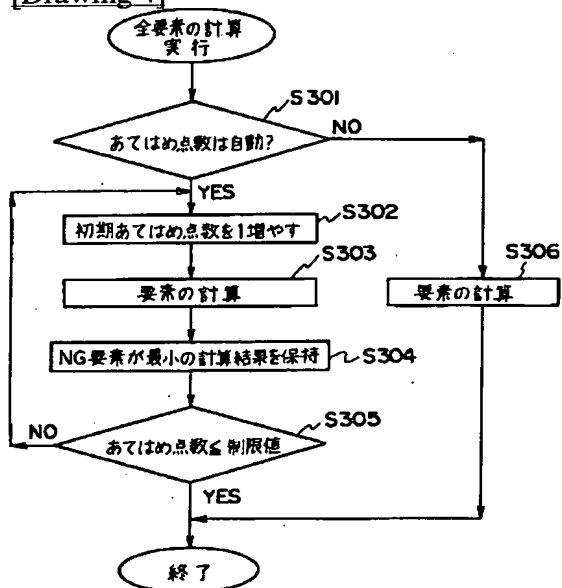
[Drawing 2]



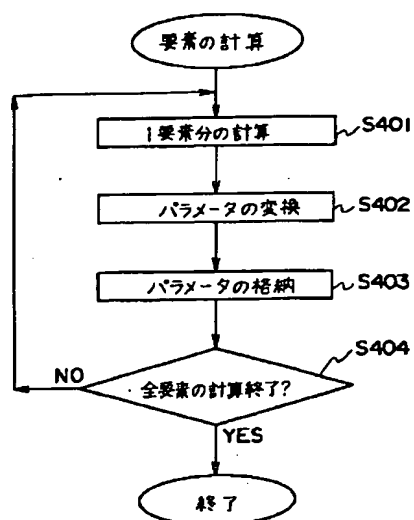
[Drawing 3]



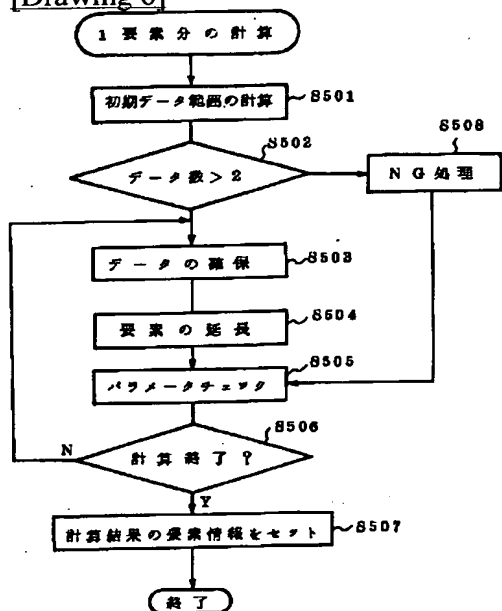
[Drawing 4]



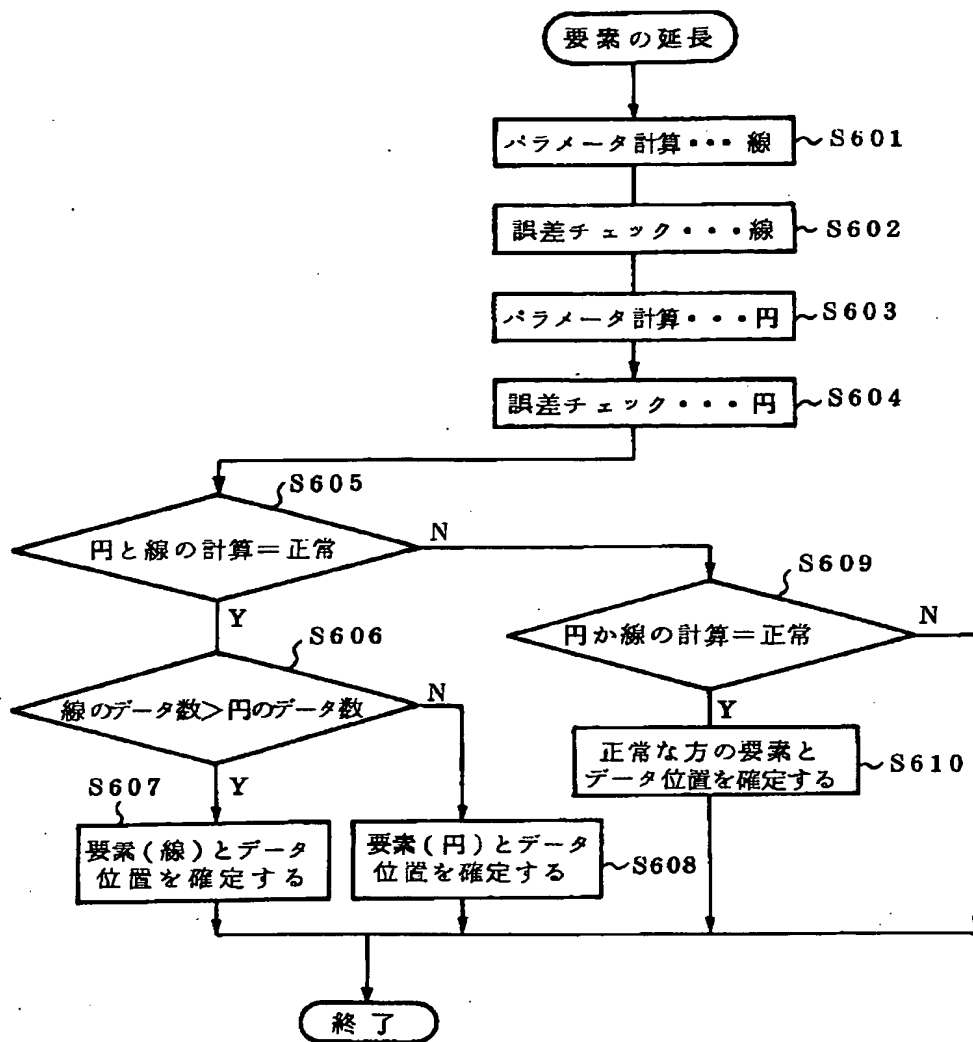
[Drawing 5]



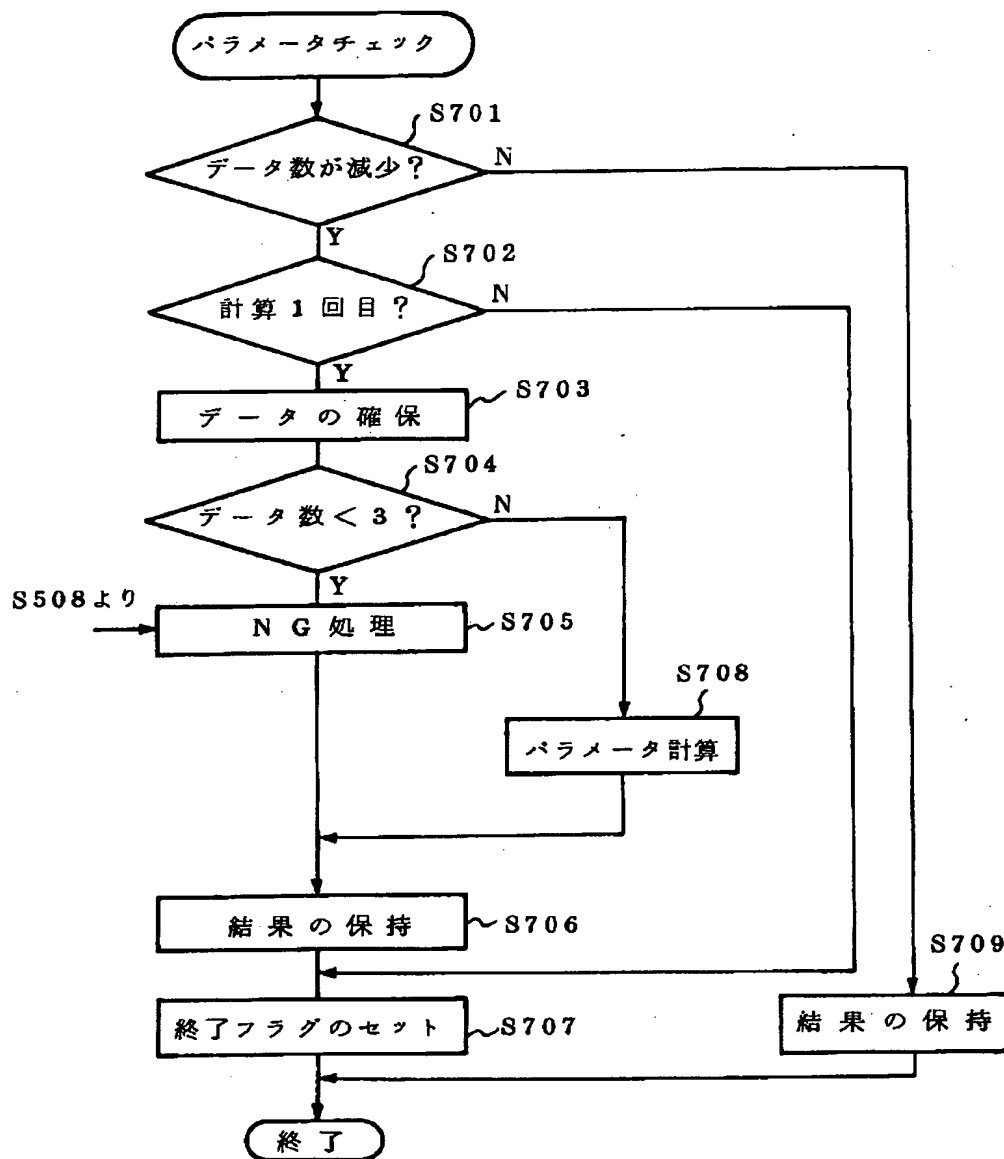
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]